



学院 荣誉 责任



# 嵌入式系统设计

## Embedded System and Design



计算机与信息学院 分布智能与物联网研究所

卫 星、毕翔

2020年3月



- **1.1 嵌入式系统的概念**
- **1.2 嵌入式系统的发展历程**
- **1.3 嵌入式系统的结构**
- **1.4 嵌入式系统的分类**
- **1.5 嵌入式系统的应用**

嵌入式系统是“控制、监视或者辅助设备、机器和车间运行的装置”。——IEEE的定义

(Embedded Systems: devices used to control, monitor, or assist the operation of equipment, machinery or plants)

嵌入式系统是嵌入到对象体系中的、用于执行独立功能的**专用计算机系统**。

以**应用**为中心，以**计算机、通信、控制**等技术为基础，采用可剪裁软硬件，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗等有严格要求的**专用计算机系统**。

## 计算机系统



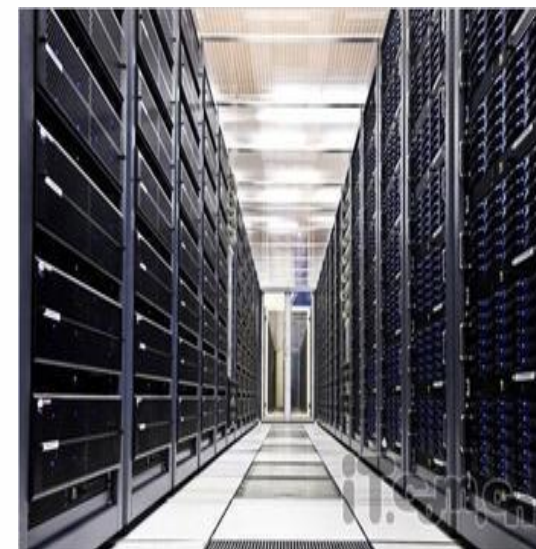
小型专用型



自动化

信息化

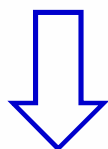
桌面通用型



高端服务型

## 简单的嵌入式系统

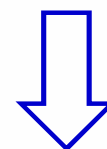
- 仅有执行单一功能的控制能力
- 在唯一的 ROM 中仅有实现单一功能的控制程序
- 无微型操作系统



单片机、DSP系统等

## 复杂的嵌入式系统

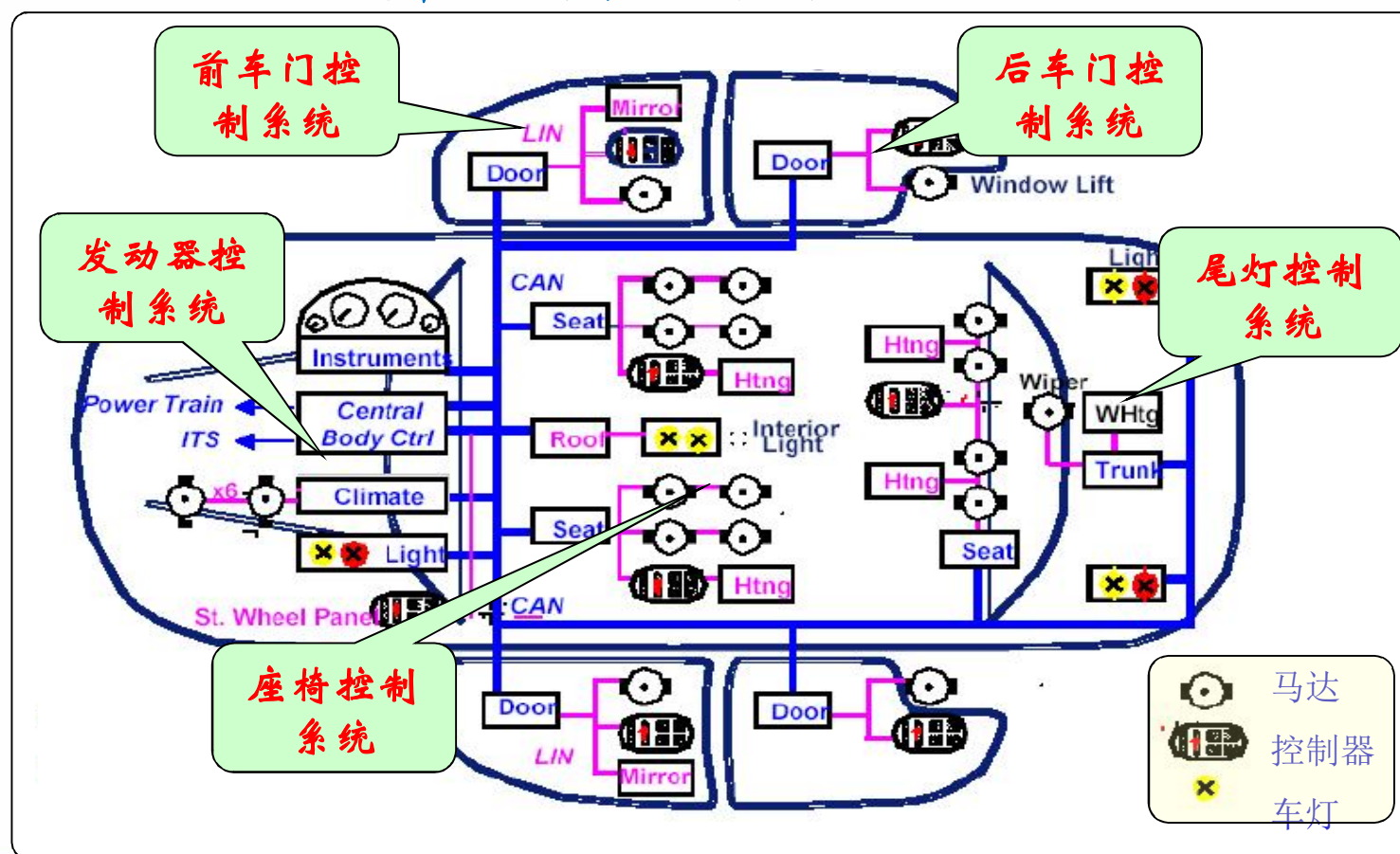
- 具有数据运算、处理以及控制等多种能力
- 一定数量的应用程序
- 嵌入式操作系统



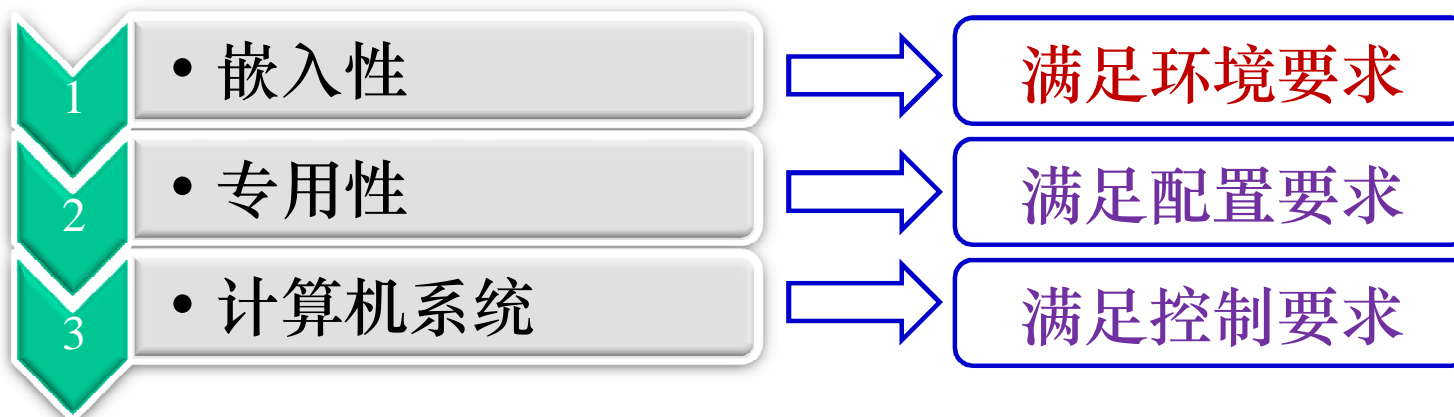
PDA、平板电脑等

一个大型的嵌入式系统可由若干小型嵌入式系统组成的。

——以汽车控制系统为例



所有的控制系统都是一个完整的嵌入式系统。





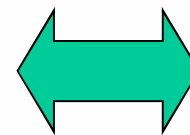
⊕ 嵌入式系统中运行的任务是**专用而确定的**。

➤ 例如：心脏监视器只需运行信号输入、信号处理、心电图显示任务。若更改任务，需要对整个系统进行重新设计或在线维护。

⊕ 桌面通用系统需要支持**大量的、需求多样**的应用程序。

➤ 对系统中运行的程序不作假设。

➤ 程序升级、更新等方便。





⊕ 嵌入式系统往往对**实时性**提出较高的要求。

- 实时系统：指系统能够在限定的响应时间内提供所需水平的服务。
- 嵌入式实时系统可分为：
  - ✓ 强实时型：响应时间  $\mu s \sim ms$  级；
  - ✓ 一般实时：响应时间  $ms \sim s$  级；
  - ✓ 弱实时型：响应时间  $s$  级以上。



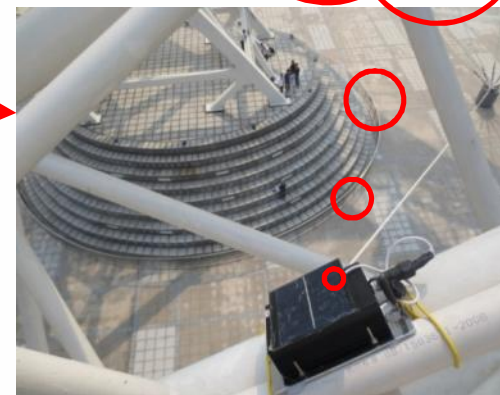
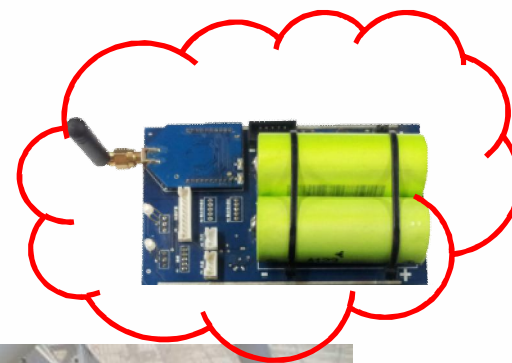
■ VxWorks、Windows CE、pSOS、QNX、uc / OS-II、.....  
■ HOPEN、DeltaOS、supOS、Harmony OS、iFLYOS.....

## ✚ 嵌入式系统对**可靠性**要求高。

- 需要在无人值守的条件下长时间运行。
- 运行的环境恶劣。
- 对故障的容忍能力较弱。

## ✚ 嵌入式系统有**功耗约束**。

- 举例：钢结构健康监测系统

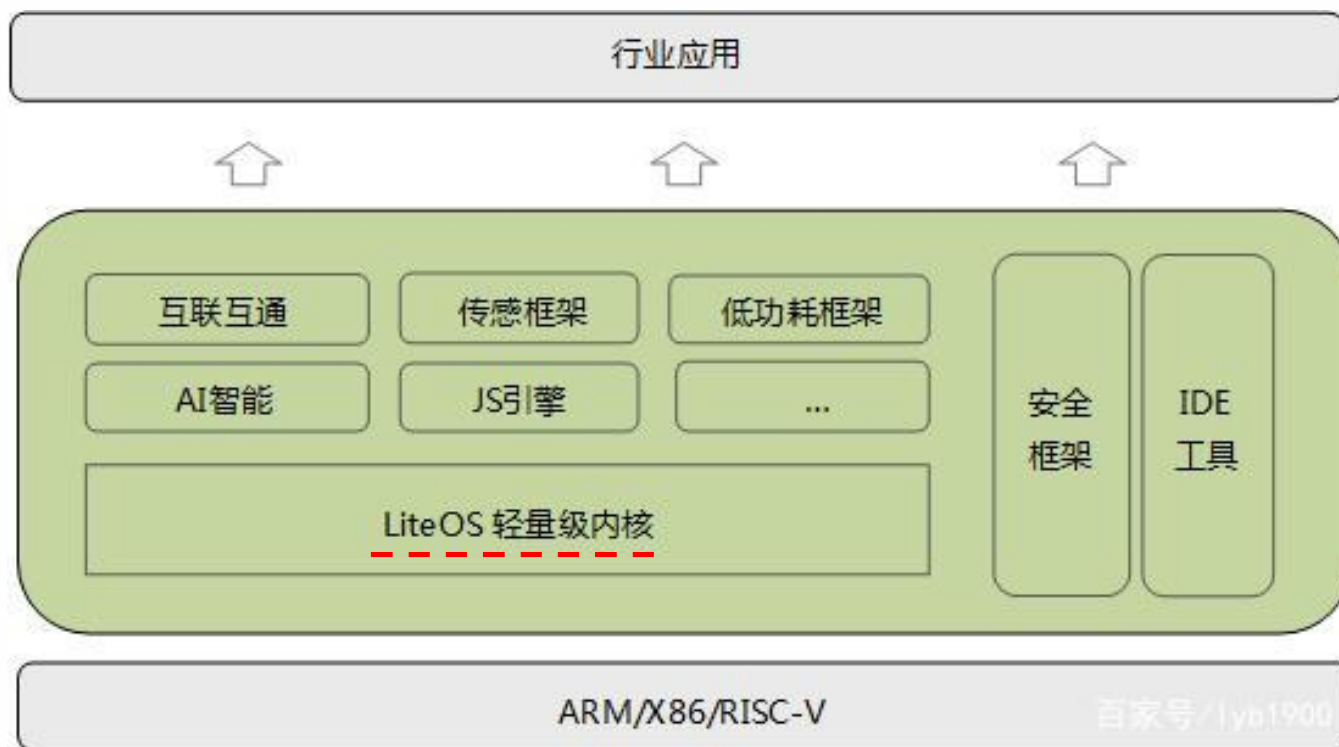


✚ 嵌入式系统**内核小，可用资源少**。

➤ 资源配置遵循“**够用就行**”！——低成本、低功耗

➤ 伴随着嵌入式系统的一个热词：**裁剪**。

适用于物联网设备



百家号/lyb1900



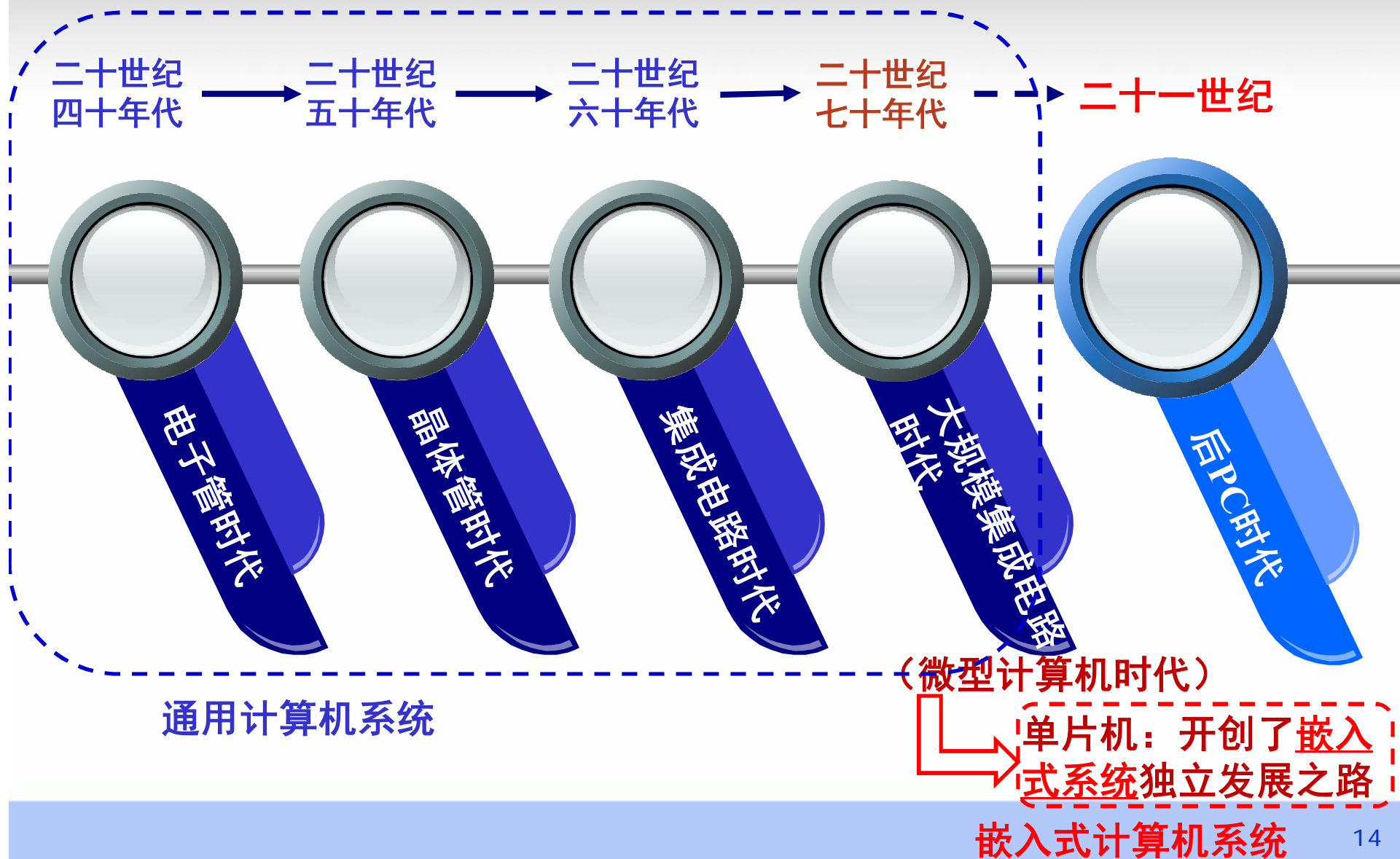


- 1.1 嵌入式系统的概念
- 1.2 嵌入式系统的发展历程
- 1.3 嵌入式系统的结构
- 1.4 嵌入式系统的分类
- 1.5 嵌入式系统的应用

# 计算机的发展史



学院 荣誉 责任



# CPU的演进历史



学院 荣誉 责任



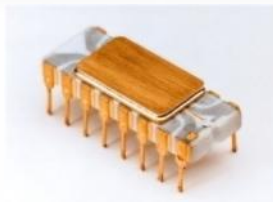
第一代

第二代

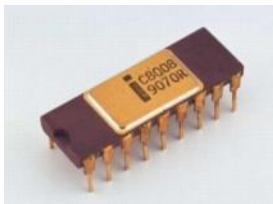
第三代

第四代

第五代



Intel 4004



Intel 8008



Intel 8080



Intel 8086



Intel 80286



Intel 80386



Intel 80486



Intel Pentium



Intel 酷睿 i9  
(最新)



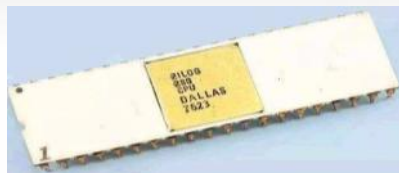
# 单片机的演进历史



学院 荣誉 责任



1976年



Zilog Z80



Z80微机  
(单板机)



Intel 8048



Magnavox  
Odyssey2  
游戏主机

MCS-48系列



Intel 8031



Intel 8051



Intel 8751

MCS-51系列



Intel 8098

MCS-96系列

德州仪器 MSP430系列

飞思卡尔 MC9S12系列

Microchip PIC系列

凌阳 SPCE061系列

ARM架构

.....



S3C6410  
(ARM11内核)



STM32系列  
(ARM Cortex-M3)



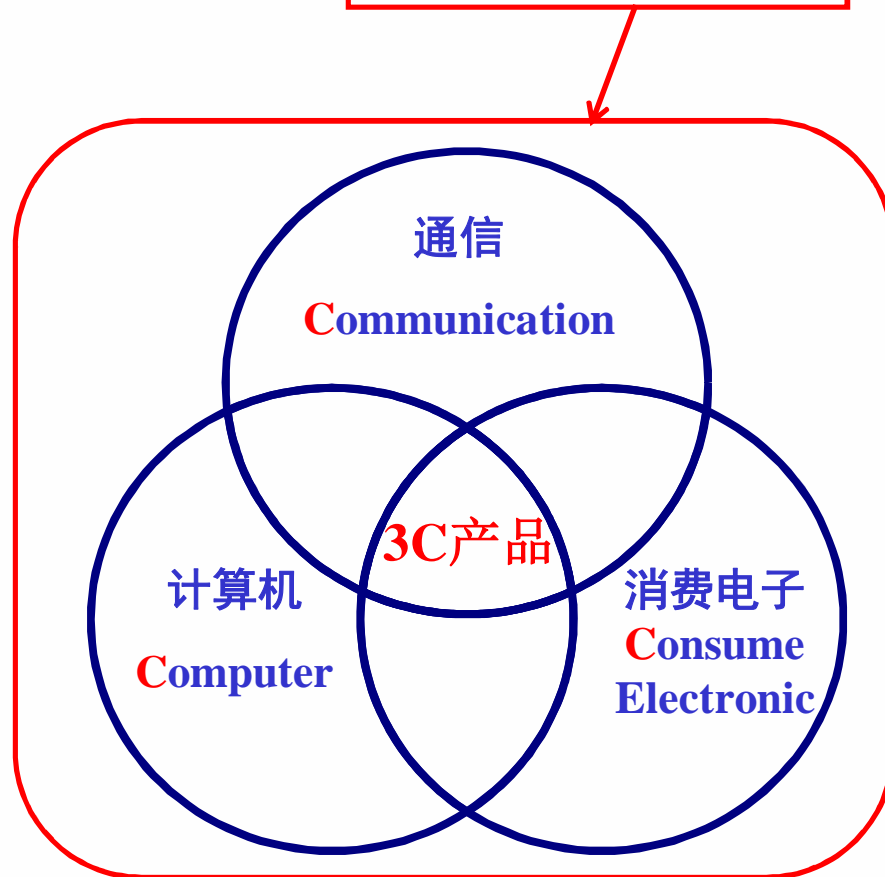
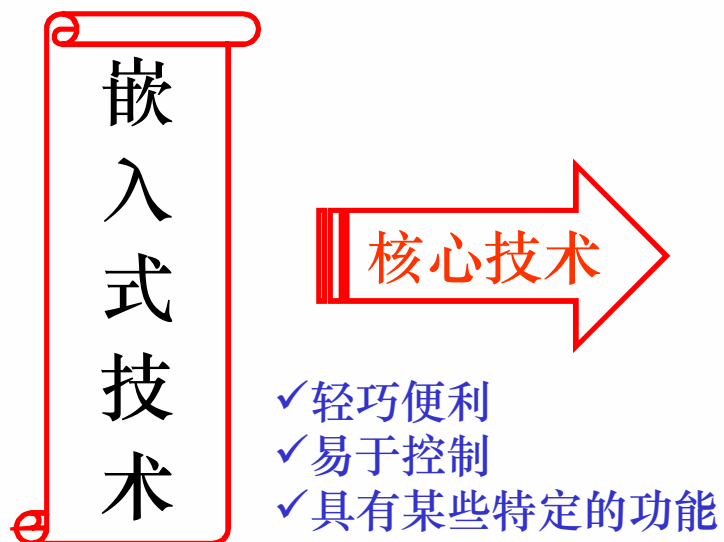
AT91M40400  
(ARM7内核)



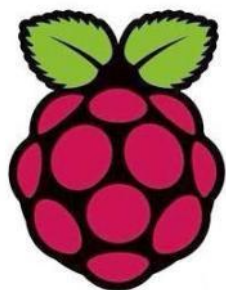
PIC32系列  
(MIPS架构)

复杂化

智能化、.....



客户终端设备



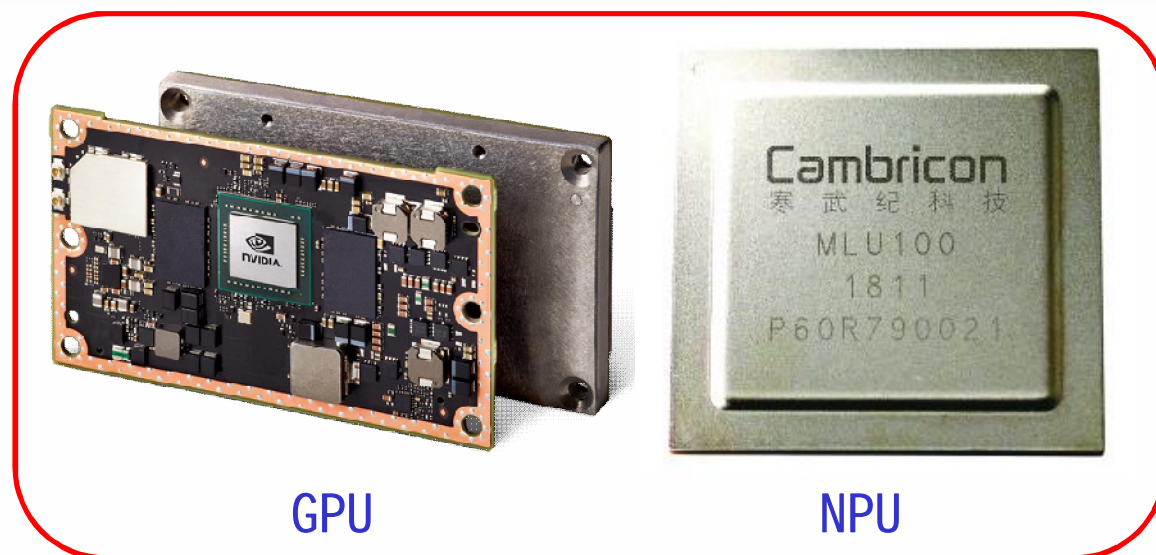
## Raspberry Pi

基于ARM的微型电脑主板

## 智能终端设备：



嵌入式微处理器



GPU

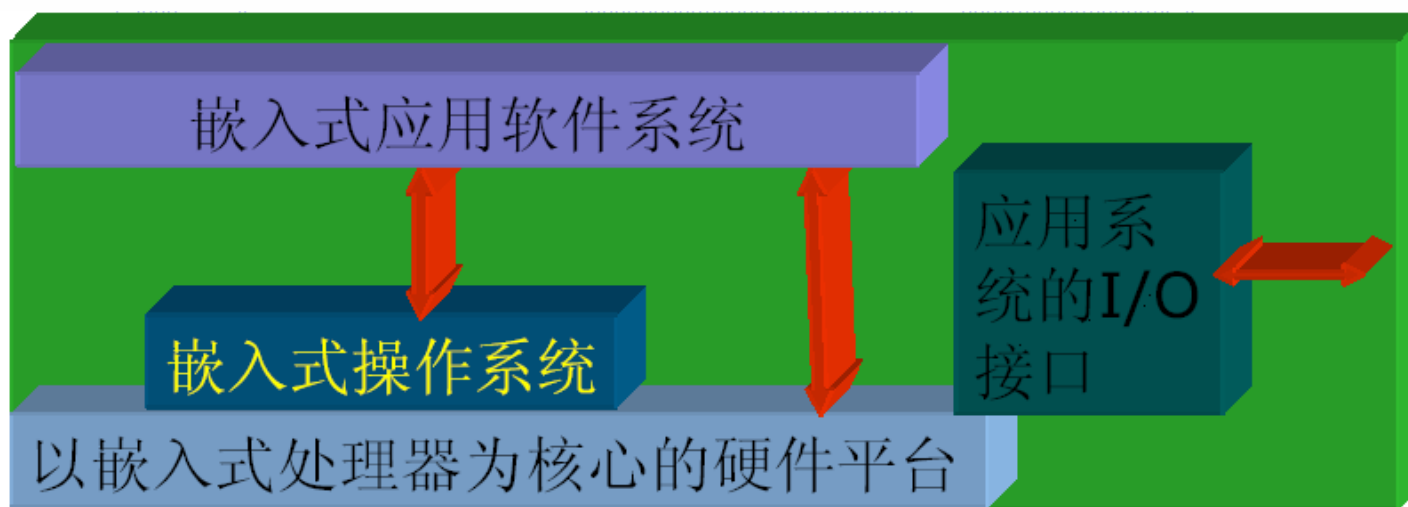
NPU

## AI Chips



- 1.1 嵌入式系统的概念
- 1.2 嵌入式系统的发展历程
- **1.3 嵌入式系统的结构**
- 1.4 嵌入式系统的分类
- 1.5 嵌入式系统的应用

- ⊕ 嵌入式系统一般由嵌入式处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统（可选），以及用户的应用软件系统等四个部分组成。

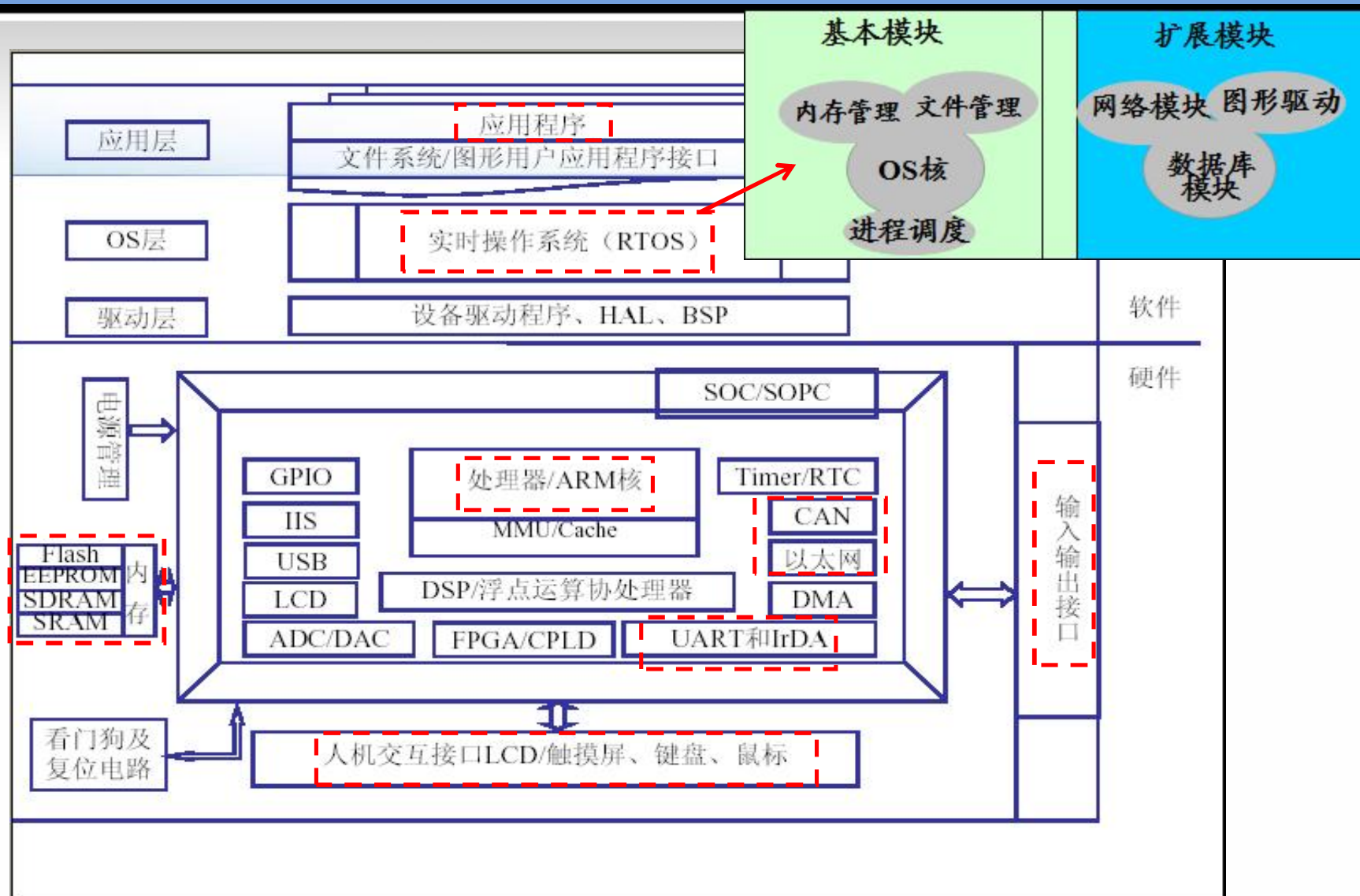




# 典型结构



学院 荣誉 责任

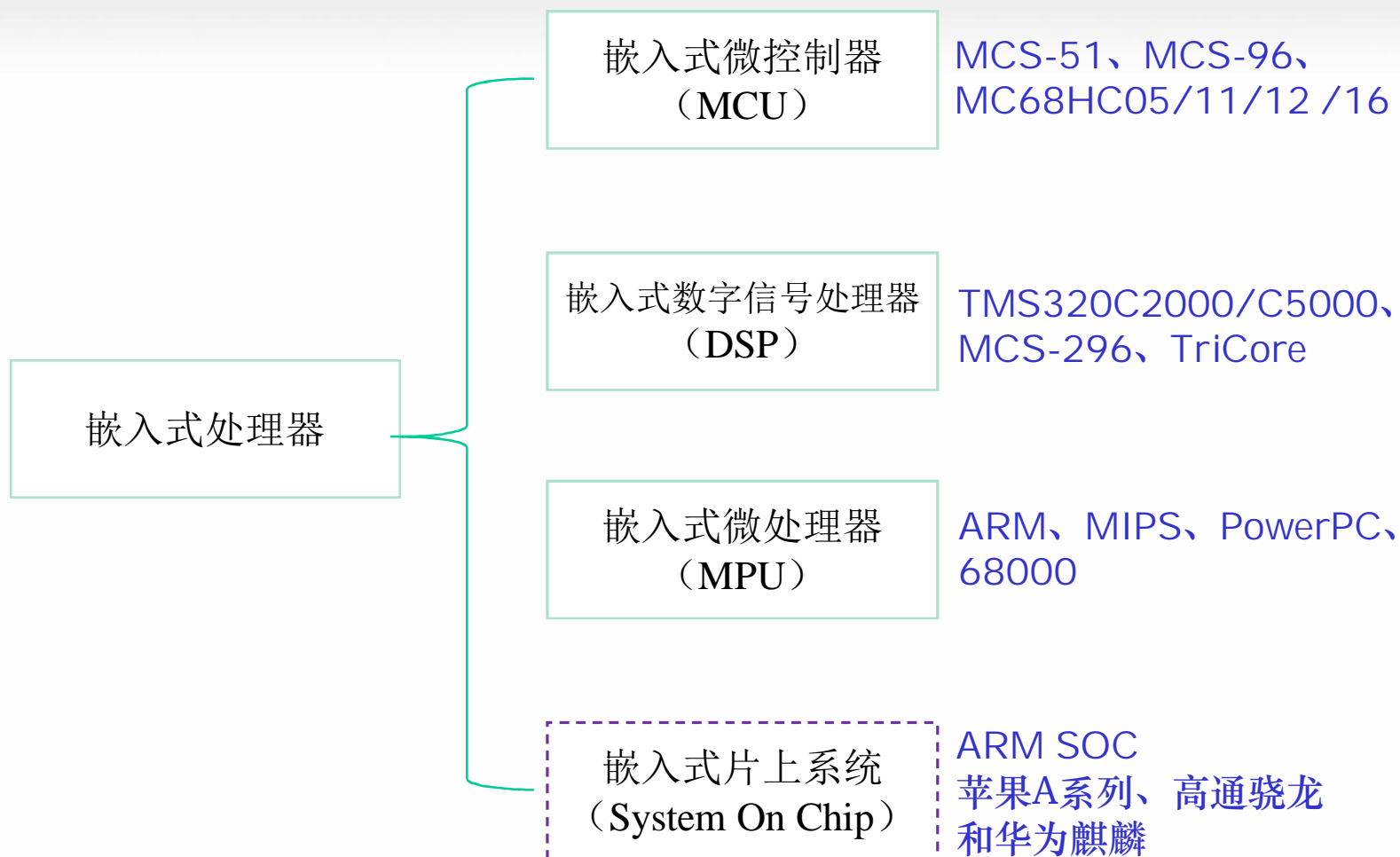








## 单片机



- ❑ 嵌入式Linux
- ❑ Windows CE
- ❑ Symbian
- ❑ Android
- ❑ uC/OS-II
- ❑ VxWorks
- ❑ iOS
- ❑ QNX
- ❑ PalmOS
- ❑ LynxOS
- ❑ .....

RTOS

## ⊕ 典型性能指标

- 内核大小：几K~几百K;
- 调度时间片：1ms;
- 实时任务响应时间：20~40us;
- 一般任务响应时间：20us~几百ms。



- 1.1 嵌入式系统的概念
- 1.2 嵌入式系统的发展历程
- 1.3 嵌入式系统的结构
- **1.4 嵌入式系统的分类**
- 1.5 嵌入式系统的应用

## ⊕ 按嵌入式微处理器的字长分类。

- 4位系统
- 8位系统
- 16位系统
- 32位系统
- 64位系统



## ⊕ 按软件实时性需求分类。

- 非实时系统
- 软实时系统
- 硬实时系统



PDA



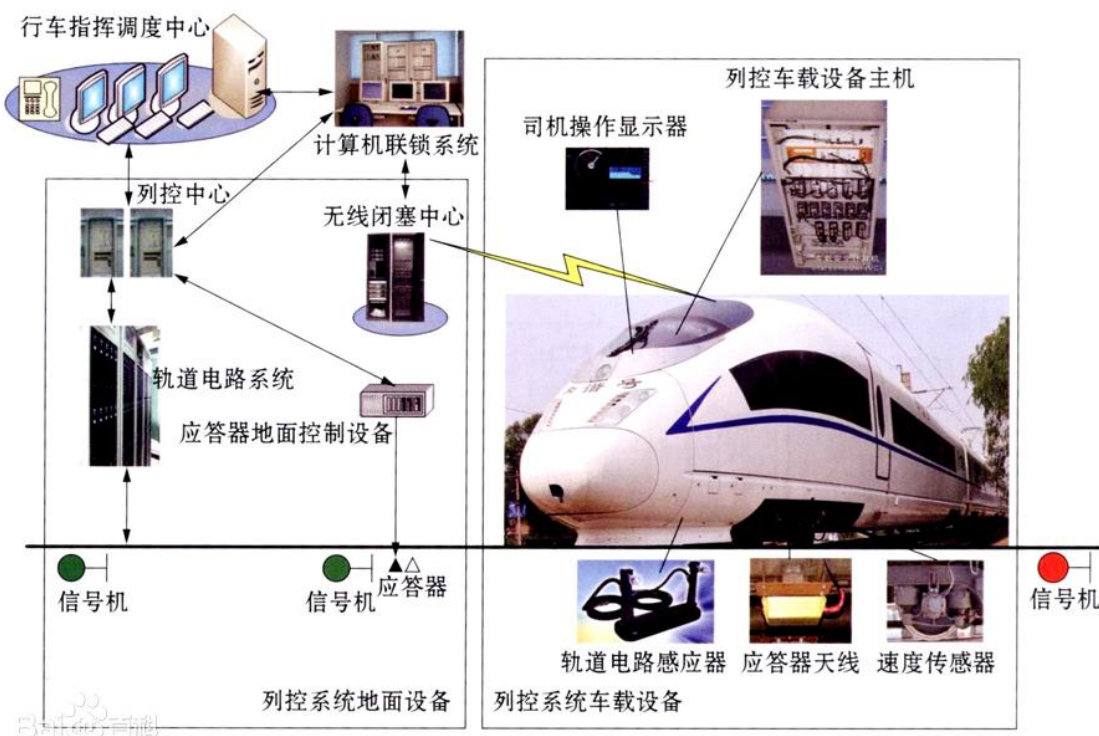
智能音箱



列车控制系统

## 按系统的复杂程度分类。

- ▶ 小型系统
- ▶ 中型系统
- ▶ 复杂系统

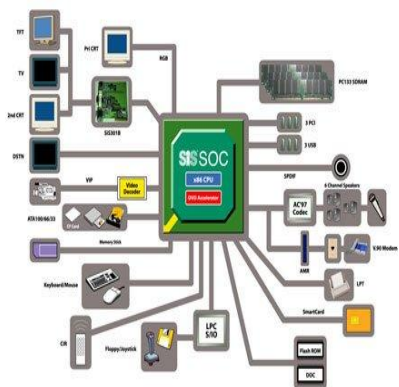


### 列车运行控制系统



## 按系统的形态分类。

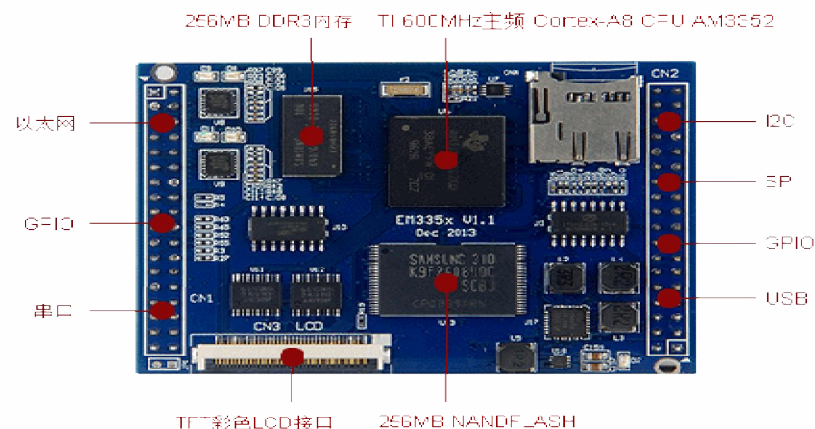
- 芯片级系统
- 板级系统
- 设备级系统



嵌入式片上系统Si S55xLV  
(适用于信息家电领域)



嵌入式工控机ARK-35  
(适用于工业控制领域)



嵌入式主板EM3352  
(适用于工业控制领域)



- 1.1 嵌入式系统的概念
- 1.2 嵌入式系统的发展历程
- 1.3 嵌入式系统的结构
- 1.4 嵌入式系统的分类
- 1.5 嵌入式系统的应用



- 工业过程控制
- 网络通信设备
- 消费电子产品
- 航空航天设备
- 军事电子设备和现代武器
- .....